

การพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

The Development of a Skill Training Kit for Solar Power Circuits for the Electrical Power Program at Lampang Technical College

กฤษรัตน์ อัญญมณีทาน*, โสภพรรณ ฝั้นนตา, ขวลิท แก้วบุญเรือง

พรรณี ปิ่นวัฒนา, นิรันดร์ แก้วบุญเรือง

Kritcharat Anyamaneethan*, Sopapan Fainunta, Chawalit Kaewbunruang

Pannee Pinwattana, Nirun Keawboonruang

วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

15 ถนนท่าครวน้อย ตำบลสบตุ๋ย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง 52100 ประเทศไทย

Lampang Technical College

15 Thakhrao Noi Rd., Sop Tui Sub-district, Mueang District, Lampang Province, 52100, Thailand

รับบทความ: 26 พฤศจิกายน 2567

ปรับปรุงบทความ: 8 เมษายน 2568

ตอบรับตีพิมพ์บทความ: 30 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 41 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบง่ายโดยการจับฉลาก ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ย 4.71 2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน มีค่าดัชนีตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4

* ผู้เขียนหลัก

อีเมล: kritbasicboy@hotmail.com

ส่วน ได้แก่ คู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สื่อการสอน และชุดฝึกทักษะ วงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 2) เมื่อนำไปทดลองใช้พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)/ประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.08 /79.51 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ 80/80 และ 3) เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อค้นพบที่สำคัญพบว่า ผู้เรียนที่เรียนวิชาวงจรไฟฟ้ามาก่อนจะสามารถต่อวงจรไฟฟ้าของชุดฝึกทักษะฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกประการหนึ่งควรเพิ่มเนื้อหาการต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในหลักสูตรวิชาการติดตั้งไฟฟ้า สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลังต่อไป

คำสำคัญ

ชุดฝึกทักษะ พลังงานแสงอาทิตย์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

Received: November 26, 2024

Revised: April 20, 2025

Accepted: April 30, 2025

Abstract

The objectives of this study were to 1) develop and evaluate the efficiency of a solar power circuit skill training kit for the Department of Electrical Power, Lampang Technical College, and 2) compare the students' learning achievement before and after using the solar power circuit skill training kit for the Department of Electrical Power, Lampang Technical College. In the 1st year vocational certificate of Electrical Power, Lampang Technical College, Semester 1, Academic Year 2023, 41 students were obtained by simple random draw. The tools used in the research include 1) Solar energy circuit skill training set that has been inspected for quality by experts and has an average of 4.71. 2) The pre- and post-tests had content validity index (IOC) values ranging from 0.67-1.00 and a reliability of 0.89 which data were analyzed using arithmetic mean, standard deviation, E_1/E_2 efficiency, and cluster t-test. The results showed that: 1) the developed solar power circuit skill training kit consists of 4 important components: the skill training kit, the pre-and post-class tests, the teaching materials, and the solar power circuit skill training kit, 2) the trial was used, it was found that the process efficiency (E_1)/result efficiency (E_2) was 82.08/79.51, which is equal to the 80/80 criterion, and 3) when comparing the academic achievement results, it was found that the learners scored higher after the course than before the class with statistical significance at the .01 level it was found that the learners scored higher after the course than before the class. The key findings are that learners who have studied electrical circuits can connect the

electrical circuits of the skill training kit more efficiently should be added to the electrical installation course curriculum in the electrical power department.

Keywords

Solar energy skill training kit, Electrical Power Department, Lampang Technical College

บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกำลังเผชิญกับวิกฤตด้านพลังงานที่นับวันจะทวีความรุนแรง รวมทั้งการขาดแคลนพลังงานและราคาพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลที่พุ่งสูงขึ้นตลอดเวลา ส่งผลทำให้ประเทศต่าง ๆ หลายประเทศประกาศภาวะฉุกเฉินด้านพลังงานตลอดจนเร่งดำเนินการประหยัดพลังงานอย่างเข้มข้น (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2565) ในขณะเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่รุนแรงเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการปรับตัวเข้าสู่การพัฒนา ค้นหาพลังงานสะอาดอย่างยั่งยืนและกลายเป็นเป้าหมายสำคัญของประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทย

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูงทั้งนี้เพราะมีความยั่งยืน ปราศจากมลพิษและเหมาะสมกับประเทศในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจึงได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลาเพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562) โดยประเทศไทยได้วางแผนยุทธศาสตร์การส่งเสริมการพัฒนาพลังงานสะอาดหรือพลังงานทดแทนที่ชัดเจนผ่านมาตรการต่าง ๆ เช่น แผนพัฒนาพลังงานทดแทน (Alternative Energy Development Plan: AEDP) รวมทั้งนโยบายอัตรารับซื้อไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Feed-in Tariffs) โดยตามแผนแม่บทการพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Power Development Plan: PDP) ได้ตั้งเป้าหมายขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จาก 3,193 เมกะวัตต์ ในปี 2567 เป็น 33,269 เมกะวัตต์ภายในปี 2580 (เอลวา หวัง, 2567) ขณะเดียวกันนั้นในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานในชีวิตประจำวันให้กับผู้เรียนนั้นจะต้องจัดการเรียนรู้ทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ แต่ในปัจจุบันพบว่าสถานศึกษายังขาดแคลนสื่อการสอนที่สามารถแสดงผลการวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างชัดเจน (นิคมล หิรัญวิจิตรภรณ์ และคณะ, 2566, 428) โดยสื่อการสอนที่มีทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ คือ ชุดฝึกทักษะพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับระบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะและความเข้าใจในหลักการทำงานของระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ อาทิ การต่อวงจร การคำนวณโหลดไฟฟ้า และการควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ (สัจพันธ์ จรุงมาก, 2566, 69-70)

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ซึ่งทำหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนด้านวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนในด้านการติดตั้งและการต่อวงจรไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ จึงได้จัดทำโครงการ การพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ขึ้นมา เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง เพราะว่าชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อเสริมทักษะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะสูงขึ้นอีกทั้งช่วยพัฒนาการเรียนรู้ (เจอรี่ ศรีจันไชย, 2566, 38) อีกทั้งชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง นี้ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

ทบทวนวรรณกรรม (Literature Reviews)

1. ทฤษฎีการพัฒนาทักษะวิชาชีพและการฝึกปฏิบัติ

สมชาย ศรีนวล (2565, 34) ได้ให้ความหมายว่า การพัฒนาทักษะอาชีพ หมายถึง กระบวนการเสริมสร้างความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานในสายอาชีพ เพื่อให้บุคคลสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการพัฒนาทักษะใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบัน ส่วน วิทยา เกษมสุข (2563, 48) ได้ให้ความหมายว่า การฝึกปฏิบัติ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่จำลองหรือใกล้เคียงกับการทำงานจริง โดยมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างทักษะ ความชำนาญ และความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

ดังนั้น การพัฒนาทักษะวิชาชีพและการฝึกปฏิบัติ จึงเกี่ยวข้องกันโดยการพัฒนาทักษะวิชาชีพเป็นการเสริมสร้างความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานในสายอาชีพให้มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงาน ส่วนการฝึกปฏิบัติเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำจริงในสถานการณ์จำลองเพื่อเพิ่มทักษะและความชำนาญในงาน

ส่วนการจัดการศึกษาทักษะอาชีพนั้น วนิดา ไหมพรม (2560, 17) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการศึกษาทักษะอาชีพ หมายถึง การจัดการศึกษาให้ความรู้ ความชำนาญ กระบวนการ และความสามารถอย่างชัดเจน ในการดำเนินงานด้านอาชีพใดอาชีพหนึ่งหรือ หลากหลายอาชีพที่สนใจ นับตั้งแต่การวางแผน ขั้นตอน วิธีการ การจัดการ การลงมือทำ การตัดสินใจ การควบคุมดูแล การตลาด ตลอดจนการติดตามผล

เพื่อให้สามารถดำเนินการจนได้ผลผลิตหรือบริการ ที่เป็นที่ต้องการของลูกค้า ซึ่ง ปราโมทย์ ชื่นใจ (2563, 92) กล่าวว่า ความสำคัญในการจัดการศึกษาทักษะอาชีพนั้นประกอบด้วย 1) ช่วยพัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพ ทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมต่อการเข้าสู่ตลาดแรงงาน 2) ช่วยเสริมสร้างศักยภาพในการทำงาน ช่วยเพิ่มโอกาสทางเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาชีพ และ 3) ช่วยสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม โดยผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและชุมชน

2. หลักการออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรม

นฤมล สุขสม (2563, 56) ได้ให้ความหมายว่า สื่อ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการที่ใช้เพื่อสื่อสารข้อมูล ความรู้ หรือแนวคิดจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจอยู่ในรูปของสิ่งพิมพ์ สื่อดิจิทัล หรือสื่อที่ต้องใช้เทคโนโลยีในการถ่ายทอด ซึ่ง สมชาย ศรีนวล (2564, 45-49) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอน ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1) สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ แบบเรียน เอกสารประกอบการสอน 2) สื่อโสตทัศน์ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวิดีโอ 3) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ หรือ e-Learning 4) สื่อปฏิสัมพันธ์ เช่น เกมการศึกษา แบบจำลอง หรือสื่อจำลองสถานการณ์ และ 5) สื่อธรรมชาติและแหล่งการเรียนรู้ เช่น การศึกษานอกสถานที่ แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น หรือการใช้วัสดุธรรมชาติ

ส่วน นฤมล สุขสม (2563, 78) ได้ให้ความหมายว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยผู้เรียนพัฒนาความรู้และทักษะเฉพาะด้าน โดยเน้นการปฏิบัติจริงในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญในเรื่องที่เรียน ส่วน เจวรี ศรีจันไชย (2566, 38) ได้ให้ความหมายว่า ชุดฝึกทักษะ คือ สื่อที่เป็นแบบฝึกที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เป็นการช่วยเสริมให้นักเรียนมีทักษะสูงยิ่งขึ้น และเป็นการจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลาย และปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะกระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้สามารถนำผู้เรียนสู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของสาระการเรียนรู้รวมทั้งทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองได้ ส่วน บุญชม ศรีสะอาด (2537, 95) กล่าวว่า ชุดฝึกมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดฝึกเป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพอาจประกอบด้วยแผนการสอนและคำอธิบายการจัดกิจกรรมการสอน 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าที่เกิดจากการเรียนของผู้เรียน 3) ชุดฝึกปฏิบัติเป็นแบบฝึกหัดหรือบัตรคำสั่งที่ระบุกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียน 4) สื่อการสอน เป็นสื่อต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ อาทิ รูปภาพ สไลด์ เทปบันทึกเสียง บัตรคำ เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้กำหนดนิยามศัพท์ของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง หมายถึง ชุดสื่อการสอนที่ช่วยในการพัฒนาความรู้และทักษะเกี่ยวกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาควบคุมและใช้งานทั้งวงจรแสงสว่างและวงจรกำลังในชีวิตประจำวันของผู้เรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ประกอบด้วย 1) คู่มือการใช้ชุดฝึก 2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน 3) ชุดฝึกทักษะ และ 4) สื่อการสอน ส่วน วิทยา เกษมสุข (2563, 112-116) ได้กล่าวถึง หลักการออกแบบและพัฒนาสื่อการ

สอนทางด้านช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วิเคราะห์เนื้อหาและผู้เรียนโดยการศึกษาความต้องการและลักษณะเฉพาะของผู้เรียน รวมถึงความซับซ้อนของเนื้อหา 2) ออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้โดยเลือกรูปแบบและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม เช่น การใช้ภาพ เสียง หรือวิดีโอที่สอดคล้องกับเนื้อหาช่างอุตสาหกรรม 3) เลือกวัสดุและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยใช้วัสดุที่ทนทานและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในสาขาช่างอุตสาหกรรม และ 4) ทดสอบและปรับปรุงสื่อโดยการทดลองใช้สื่อกับผู้เรียนและปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้าง ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ซึ่งเป็นสื่อชนิด สื่อปฏิสัมพันธ์ ก็ได้ใช้หลักการออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของ วิทยา เกษมสุข (2563, 112-116) ประกอบด้วย วิเคราะห์เนื้อหาและผู้เรียน ออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ เลือกวัสดุและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ทดสอบและปรับปรุงสื่อ และ ทดสอบและปรับปรุงสื่อ

3. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน

3.1 พลังงานแสงอาทิตย์

กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2562) กล่าวว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงทำให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง และคงที่ตลอดทั้งปีซึ่งมีความเข้มของรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่า 18.0 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ($\text{MJ/m}^2/\text{day}$) หรือ 5.0 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ($\text{kWh/m}^2/\text{day}$) ดังนั้น ในปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์ จึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยอุปกรณ์ที่นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้คือ แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) ซึ่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกันพลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าง่ายๆ ดังกล่าวไปใช้งานได้ จัดว่าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สะอาดและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะใด ๆ ต่อโลก

3.2 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) โดยเรียกว่าปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric Effect) เมื่อเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า จึงสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงหรือเก็บสะสมในแบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์หลาย ๆ เซลล์จะถูกนำมาประกอบกันเป็นแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel) เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้า ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ยังประกอบด้วยอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Wyoming Advanced Energy, 2024)

3.3 องค์ประกอบของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

สัจพันธ์ จรุงมาก (2566, 101) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า

วงจรควบคุมการชาร์จ ใช้ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ไปยังแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการชาร์จเกินหรือลดประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ ใช้เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อนำไปใช้งานภายหลัง โหลดไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ แอลอีดี พัดลม หรือตัวต้านทานต่าง ๆ สำหรับแสดงผลและทดสอบการทำงานของระบบ อุปกรณ์เสริม เช่น สวิตช์ มัลติมิเตอร์ และสายไฟเพื่อใช้ในการเรียนรู้การต่อวงจรและวัดค่าทางไฟฟ้า คู่มือการใช้ชุดฝึก และแบบฝึกหัดเป็นสื่อเสริมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอน

4. ประสิทธิภาพสื่อการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, 7-20) ได้กล่าวถึง ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ชนิดของเกณฑ์ประสิทธิภาพ และวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน หมายถึง การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการสอนจะพึงพอใจว่าหากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าสื่อการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่ากับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

4.3 ชนิดของเกณฑ์ประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น 1) ประสิทธิภาพกระบวนการ (Efficiency of Process: E_1) 2) ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (Efficiency of Product: E_2)

4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, 7-20)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพผลลัพธ์

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนระหว่างเรียน

$\sum F$ = ผลรวมของคะแนนหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มหลังเรียน

5. วิชา 20104-2005 การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ท-ป-น (1 - 6 - 3) เป็นกลุ่มวิชาชีพเฉพาะของสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยมีจุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ 1) เข้าใจหลักการเดินสายติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารภายในอาคาร 2) มีทักษะในการเดินสายติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารภายในอาคาร และ 3) มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย รอบคอบ รับผิดชอบ ซื่อสัตย์และ

อดทน โดยมีคำอธิบายรายวิชา คือ ศึกษาและปฏิบัติวิธีการป้องกันอุบัติเหตุเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า ชนิดและการใช้งานของสายไฟฟ้า การต่อสายไฟฟ้าแบบต่าง ๆ การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์การติดตั้งการเดินสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า ติดตั้งเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง ด้วยเข็มขัดรัดสาย ท่อร้อยสายไฟ บนผนังไม้และผนังปูน การติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้า งานติดตั้งโคมไฟฟ้า เติร์ป สวิตช์ ควบคุม งานติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตู้คอนซูเมอร์ยูนิต โหลดเซ็นเตอร์ เครื่องป้องกันไฟรั่ว งานติดตั้งสายดิน การตรวจสอบบริภัณฑ์ไฟฟ้า ตู้คอนซูเมอร์ ตู้โหลดเซ็นเตอร์ เครื่องป้องกันไฟรั่ว ระบบสายดิน การติดตั้งระบบสื่อสารในอาคาร งานติดตั้งสายโทรศัพท์ สายวงจรทีวีวงจรปิดภายในอาคาร (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, 2562)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องตริเพเซอร์ ภูระหงษ์ และคณะ (2560, 71-81) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณและการประมาณราคา งานแปรรูปผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณ และการประมาณราคางานแปรรูปผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.27/90.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนการเข้ารับการฝึกอบรม และคะแนนหลังจากการฝึกอบรม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังจากการใช้ชุดฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนเข้ารับการฝึกอบรม

สมบุญ ปัญญาอิน (2567, 55-66) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเสิร์ฟลูกตะกร้อ สำหรับนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดลำปาง ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเสิร์ฟลูกตะกร้อ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.39/85.57 2) ทักษะการเสิร์ฟลูกตะกร้อของนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดลำปาง โดยใช้ชุดฝึกทักษะ การเสิร์ฟลูกตะกร้อหลังฝึกสูงกว่าก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะการเสิร์ฟลูกตะกร้อ โดยภาพรวมและรายข้ออยู่ในระดับมากที่สุด

จิรายุทธ วัดแก้ว และคณะ (2567, 64-73) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลิ้ง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลิ้ง เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลิ้ง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.11 และ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.22 2) ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลิ้ง วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลิ้ง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม 3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลิ้ง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=17.57$, $df= 29$, $p= 0.00$)

วิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2566 จำนวน 4 กลุ่ม มีจำนวนผู้เรียน 142 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนระดับ ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 กลุ่ม มีจำนวน ผู้เรียน 41 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม โดยใช้วิธีการจับสลาก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

2.1 ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีและเทคนิคการสร้างชุดฝึกทักษะ ศึกษา รายละเอียดของวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าภายในอาคาร สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ประเภทวิชา อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 และศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์

2.1.2 ออกแบบและสร้างชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด รวมจำนวน 7 ชั่วโมง สำหรับผู้เรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

2.1.3 นำชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ซึ่งเลือกจากผู้ที่มีคุณสมบัติ ดังนี้ เป็นผู้มีความรู้การศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีสาขาครุศาสตร์ สอน สาขาวิชาไฟฟ้ามาแล้วไม่ต่ำกว่า 10 ปี และมีประสบการณ์ในการจัดทำสื่อเกี่ยวกับโซลาร์เซลล์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี เพื่อประเมินคุณภาพของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ ประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ มาตรา 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของ สมชาย ศรีนวล (2564, 87-95) ดังนี้ 1) ความเหมาะสมของเนื้อหา 2) ความ ชัดเจนและความเข้าใจง่ายของคู่มือ 3) ความปลอดภัยในการใช้งาน 4) ความคุ้มค่าในการใช้งาน และ 5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน มีวิธีการสร้าง และหาคุณภาพดังนี้

2.2.1 ศึกษารายละเอียดของวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าภายในอาคาร สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 และศึกษา เกี่ยวกับชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดย กำหนดขอบเขตเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจน

2.2.3 จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาแต่ละหัวข้อและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ประกอบด้วย ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ (พิชิต ฤทธิ์เจริญ, 2557, 96)

2.2.4 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.5 นำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคำถามความเหมาะสมของตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, 249) แล้วปรับปรุงตามข้อข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับกับผู้เรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปางซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 38 คน เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.7 นำกระดาษคำตอบที่ผู้เรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ซึ่งต้องมีค่าระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยใช้เทคนิค 25% เกียรติสุตา ศรีสุข (2552, 156) มีแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ 13 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์ 7 ข้อ ทำการคัดเลือกข้อสอบที่ดีที่สุดจำนวน 10 ข้อ ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.25–0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.28 – 0.67

2.2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้หาค่าความเที่ยงแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสันโดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, 198) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87

2.2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปางซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

2.3 ใบงานชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.3.1 ศึกษาวิธีการ หลักการ ทฤษฎีในการสร้างใบงานและศึกษาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แล้ววิเคราะห์กิจกรรมใบงานและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การต่อวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์ และการต่อวงจรควบคุมหลอดอินแคนเดสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์

2.3.2 สร้างใบงาน จำนวน 2 ใบงาน เรื่อง การต่อวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์ และเรื่องการต่อวงจรควบคุมหลอดอินแคนเดสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์

2.3.3 นำใบงานจำนวน 2 ใบงาน ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, 249) แล้วปรับปรุงตามข้อข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3.4 นำใบงานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับกับผู้เรียนชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปางซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 38 คน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรม การวัด ประเมินผลการปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับระยะเวลา

2.3.5 นำใบงานทั้ง 2 ฉบับไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนชั้น ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปางซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน ในภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

3. รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest – Posttest Design) (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2553, 130)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนชั้น ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปางซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน ในภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ ก่อนการทดลอง

4.2 จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 แผน ทำการสอนในชั่วโมงเรียนปกติ 7 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

4.3 ให้ผู้เรียนปฏิบัติใบงานจำนวน 2 ใบงาน เรื่อง การต่อวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ พลังงานแสงอาทิตย์ และเรื่องการต่อวงจรควบคุมหลอดอินแคนเดสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์

4.4 ให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ หลังการทดลอง

4.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การหา ค่าเฉลี่ย หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบโดยใช้ ค่าร้อยละ และใช้การทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent)

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

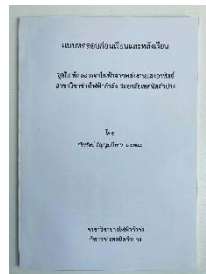
ได้แก่ ค่าความยาก (Difficulty Index - P) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index - D) ค่า ความเที่ยงของแบบทดสอบ (Reliability) ค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอน ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบที (t-test) แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน

ผลการวิจัย (Results)

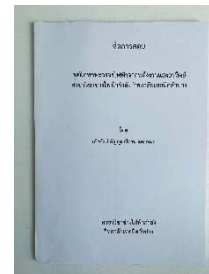
1. ผลการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ประกอบด้วย 1) คู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะ 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 3) สื่อการสอนและ 4) ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 1



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 1: ผลการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ฯ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ชุดฝึกทักษะฯ ของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาด้านความรู้ ทักษะและด้านจิตพิสัย ในการใช้ชุดฝึกทักษะฯ ได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากชุดฝึกทักษะฯ ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง อย่างไรก็ตาม พบข้อจำกัดบางประการ เช่น สายต่อวงจร และหน้าสัมผัสสวิตช์ ต้องคอยบำรุงรักษาอยู่เสมอเพราะใช้งานบ่อยในการต่อวงจรและเปิด-ปิดอยู่ตลอด ดังนั้น การพัฒนาชุดฝึกทักษะฯ ในอนาคตต้องพิจารณาปรับปรุงวัสดุเหล่านั้น

2. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_1/E_2) ของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

คะแนนระหว่างเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์	41	30	24.51	1.75	81.71
ใบงานที่ 2 เรื่องการต่อวงจรควบคุมหลอดอินแคนเดสเซนต์พลังงานแสงอาทิตย์	41	30	24.73	1.72	82.44
เฉลี่ยรวมคะแนนระหว่างเรียน	41	30	24.62	1.73	82.08
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.08					
คะแนนทดสอบหลังเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	41	10	7.95	1.20	79.51
รวม	41	10	7.95	1.20	79.51
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 79.51					

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) พบว่ามีผู้เรียนจำนวน 41 คน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.62 คะแนน ($\bar{X} = 24.62$, S.D. = 1.73) คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.08 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) พบว่ามีผู้เรียนจำนวน 41 คน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.95 คะแนน ($\bar{X} = 7.95$, S.D. = 1.20) คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 79.51 และพบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)/ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) ของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง มีค่าเท่ากับ 82.08 /79.51 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80/80

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปางจำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	df	t-test
หลังเรียน	41	10	7.95	1.20	20	1.68**
ก่อนเรียน	41	10	2.02	1.29		

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียน พบว่าผู้เรียนชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.95 ($\bar{X} = 7.95$, S.D. = 1.20) และ 2.02 ($\bar{X} = 2.02$, S.D. = 1.29) ตามลำดับ โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

1. จากผลการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ที่พบว่า ประกอบด้วย 1) คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะ 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และ 4) สื่อการสอน (บุญชม ศรีสะอาด, 2537, 95) โดยผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ย 4.71 ทั้งนี้จะเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกทักษะฯ ตามหลักการออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรมของ วิทยา เกษมสุข (2563, 112-116) ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วิเคราะห์เนื้อหาและผู้เรียนโดยการศึกษาความต้องการและลักษณะเฉพาะของผู้เรียน รวมถึงความซับซ้อนของเนื้อหา 2) ออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ 3) เลือกวัสดุและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยใช้วัสดุที่ทนทานและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในสาขาช่างอุตสาหกรรม และ 4) ทดสอบและปรับปรุงสื่อโดยการทดลองใช้สื่อกับผู้เรียนและปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง

2. จากผลวิจัยที่พบว่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)/ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) ของชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง มีค่าเท่ากับ 82.08/79.51 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80/80 ทั้งนี้จะเป็นเพราะว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ได้ดำเนินการตามขั้นตอนทฤษฎีการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนตามที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, 7-20) ที่กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพเป็นระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการสอนจะพึงพอใจว่าหากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าสื่อการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียนและคุ้มกับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก โดยชนิดของเกณฑ์ประสิทธิภาพแบ่งออกเป็น 1) ประสิทธิภาพกระบวนการ (Efficiency of Process: E_1) และ 2) ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (Efficiency of Product: E_2) สอดคล้องกับ สมบูรณ์ ปัญญาเย็น (2567, 55-66) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเสิร์ฟลูกเตะกร้อสำหรับนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดลำปาง ที่พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเสิร์ฟลูกเตะกร้อ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.39/85.57 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้อง จิรายุทธ วัดแก้ว และคณะ (2567, 64-73) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลิ้ง ที่พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 81.11/84.22 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. จากผลการวิจัยที่พบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับ ตริเพชร ภูระหงษ์ และคณะ (2560, 71-81) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างและพัฒนาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณและการประมาณราคางานแปรรูปผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม ซึ่งพบว่า ที่พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนการเข้ารับการฝึกอบรม และคะแนนหลังจากการฝึกอบรม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังจากการใช้ชุดฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนเข้ารับการฝึกอบรม และสอดคล้องกับ สมบูรณ์ ปัญญาเย็น (2567, 55-66) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเสิร์ฟลูกตะกร้อสำหรับนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดลำปาง ที่พบว่า ทักษะการเสิร์ฟลูกตะกร้อของนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดลำปาง โดยใช้ชุดฝึกทักษะ การเสิร์ฟลูกตะกร้อหลังฝึกสูงกว่าก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุป (Conclusion)

ผลการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ประกอบด้วย 1.1) คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะ 1.2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 1.3) สื่อการสอน และ 1.4) ชุดฝึกทักษะวงจรไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 2) ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)/ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) ของชุดฝึกทักษะฯ มีค่าเท่ากับ 82.08/79.51 และ 3) คะแนนทดสอบเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อค้นพบที่สำคัญพบว่า ผู้เรียนที่เรียนวิชาวงจรไฟฟ้ามาก่อนจะสามารถต่อวงจรไฟฟ้าของชุดฝึกทักษะฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกประการหนึ่งควรเพิ่มเนื้อหาการต่อวงจรไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในหลักสูตรวิชาการติดตั้งไฟฟ้า สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังต่อไป

เอกสารอ้างอิง (References)

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2565). *วิกฤตพลังงานกระทบหนักทั่วโลก ถึงเวลาคนไทยต้องช่วยประหยัดพลังงานอย่างจริงจัง*. <https://www.egat.co.th/home/20220906-art01/>
- กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2552). การวางแผนการวัดและประเมินผลการศึกษา. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (บ.ก.), *เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารและการจัดการการวัดและประเมินผลการศึกษา หน่วยที่ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. (น.111-159). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2562*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน. https://www.m-society.go.th/ewtadmin/ewt/mso_web/article_attach/29852/24210.pdf

- เจวรี ศรีจันไชย. (2566). การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้ แบบโครงงานร่วมกับเทคนิค STAD ที่เสริมสร้างการคิดวิเคราะห์พฤติกรรมความร่วมมือ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร].
- จิรายุทธ วัดแก้ว, วรวิทย์ กังหัน และ น่านน้ำ บัวคล้าย. (2567). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลัษมีดเพื่อส่งเสริมทักษะการลัษมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม. *วารสารวิชาการ ครุศาสตร์สวนสุนันทา*, 8(1), 64-73. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/ssru-edu/article/view/265482>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419>
- ตรีเพชร ภู่งหงษ์, สมยศ เจตน์เจริญรักษ์ และ เอนก เทียนบุชา. (2560). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณและการประมาณราคางานแปรรูปผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 11(2), 71-81. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/article/view/9647>
- นฤมล สุขสม. (2563). *หลักการและเทคนิคการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์การศึกษา.
- นิฤมล หิรัญวิจิตรภรณ์, ชโรมา กนกประจักษ์ และ ธราธิป ภู่งหงษ์. (2559). การพัฒนาและออกแบบชุดสาธิตพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วย Labview กรณีศึกษาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวังกระแจะวิทยาคม จังหวัดนครพนม. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3*. (น. 427 - 435). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพมหานคร: สุริยาสาสน.
- ปราโมทย์ ชื่นใจ. (2563). *การจัดการศึกษาสายอาชีพในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งการเรียนรู้.
- วนิดา ไหมพรม. (2560). *รายงานการประเมินโครงการพัฒนาทักษะอาชีพเพื่อการมีรายได้ระหว่างเรียนของนักเรียน โดยใช้กลยุทธ์ “พลังประชารัฐ” โรงเรียนตะเคียนวิทยาคม ปีการศึกษา 2560*. สงขลา: โรงเรียนสทิงพระวิทยา.
- วิทยา เกษมสุข. (2563). *หลักการฝึกอบรมและการพัฒนาทักษะ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิชาการ.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2557). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน.
- สมชาย ศรีนวล. (2564). *การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในยุคดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์การศึกษา.

สมชาย ศรีนวล. (2564). *เกณฑ์การประเมินชุดฝึกทักษะสำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไฟฟ้า*.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์การศึกษา.

สมชาย ศรีนวล. (2565). *การพัฒนาทักษะอาชีพในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์การศึกษา.

สมบูรณ์ ปัญญาอิน. (2567). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเลี้ยวรถสำหรับนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัด*

ลำปาง. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 12(2), 55-66.

<http://www.human.lpru.ac.th/husocojs/index.php/HUSOCReview/article/view/364>

สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ. (2562). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562*.

[https://bsq.vec.go.th/th-หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ\(ปวช\)/หลักสูตรพศ2562.aspx](https://bsq.vec.go.th/th-หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช)/หลักสูตรพศ2562.aspx)

สัจพันธ์ จรุงมาก. (2566). *การพัฒนาชุดทดลองวงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ในหลอดไฟฟ้าพลังงาน*

แสงอาทิตย์เพื่อสังคมสีเขียวสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า. *วารสารครูศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ*

อุดรธานี, 4(2), 67-80. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edudru/article/view/260553>

สมชายวรวิทย์เกษมสกุล. (2553). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*.

อุดรธานี: อักษรศิลป์ การพิมพ์.

เอลวา หวัง. (2567). *5 แนวโน้มพลังงานแสงอาทิตย์สำคัญในปี 2568 ขับเคลื่อนพลังงานสะอาดยั่งยืน*.

<https://www.posttoday.com/smart-city/717285>

Wyoming Advanced Energy. (2024). *เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์: อนาคตของพลังงานสะอาด*.

<https://wyomingadvancedenergy.com/energy/เทคโนโลยีพลังงานแสงอาท/>